JAXA's

［ジャクサス］ March 2013
宇宙航空研究開発機構機関誌

No.049

打ち上げに向けラストスパート

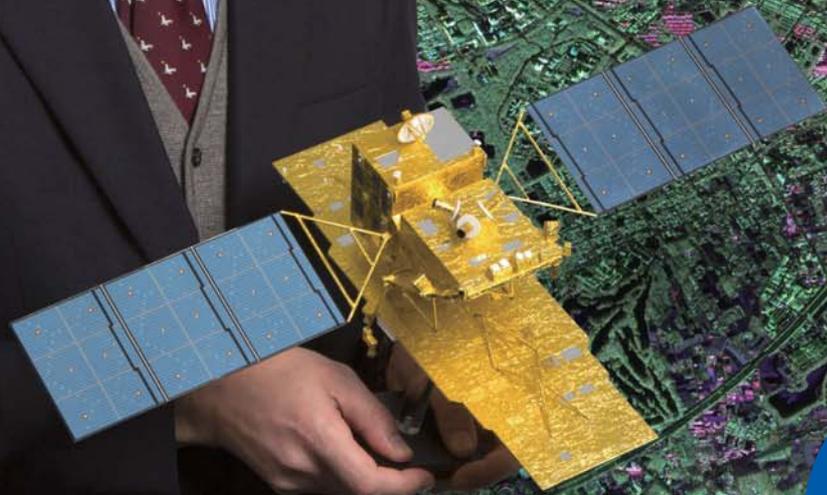
平時から災害時まで暮らしを見守る「だいち2号」

星出彰彦宇宙飛行士インタビュー

「地上と宇宙の仲間が一丸となって次の一手を考え続けた」

震災後に活躍した「きずな」「きく8号」
被災地医療や津波計測に"使える"衛星であるために

JAEAとJAXAが協力タッグ
放射線モニタリングのための
小型無人航空機システムの開発

宇宙に飛び出すメイド・イン・ジャパン 第5回

防災×JAXA
特集号

「地上と宇宙の仲間が一丸となって次の一手を考え続けた」

国際宇宙ステーションでの長期滞在ミッションを終え
2012年11月19日に帰還した星出彰彦宇宙飛行士。
小型衛星放出実験やメダカ実験など、20テーマ以上の実験に取り組み
船外活動では地上チームと力を合わせ
発生した不具合に対応した。124日の「長期出張」の日々
そしてこれからの目標について話を聞いた。

INTERVIEW
星出彰彦宇宙飛行士

画像:JAXA/NASA

JAXA's No.049
宇宙航空研究開発機構機関誌

INTRODUCTION

東日本大震災から２年がたとうとしています。JAXAでは、震災直後から陸域観測技術衛星「だいち」や、超高速インターネット衛星「きずな」、技術試験衛星Ⅷ型「きく８号」などの人工衛星を利用し、被災地支援を行ってきましたが、今後予想される災害に備え、新たな取り組みをスタートさせました。日本医師会と協力し、「きずな」を用いた災害時の情報共有の実証実験や、「きく８号」を用いたGPS津波計からのデータ伝送実験、また日本原子力研究開発機構との共同研究で、放射線モニタリングのための小型無人航空機システムの開発を進めています。それぞれの関係者への取材をもとに、JAXAの災害対策支援の取り組みについてご紹介します。そして、いよいよ今年度、陸域観測技術衛星2号（ALOS-2）が打ち上げられます。「だいち」で培った技術を発展させ、災害状況の把握から地図作成、資源探査まで、幅広い分野での利用に期待が高まっています。「だいち2号」と愛称が決まった「ALOS-2」の大沢プロジェクトマネージャに、「だいち2号」の最新状況、観測データのユーザー、データの具体的な利用方法について話を聞きました。本誌裏面には、「だいち2号」のミッションマーク選定キャンペーンのお知らせも掲載していますので、皆さまのたくさんのご応募お待ちしております。

今号では防災に関するJAXAの取り組みを紹介する記事を掲載しています。目次の★印のページをご覧ください。

CONTENTS

表紙：「だいち２号」の模型と大沢右二プロジェクトマネージャ。背景は航空機搭載合成開口レーダ（Pi-SAR-L2）が撮影したつくば市の画像。「だいち２号」には、このPi-SAR-L2と同じ分解能を持つLバンド合成開口レーダ（PALSAR-2）が搭載される。
撮影／田山達之

INTERVIEW

鉛筆が浮き上がった時 無重力の世界に“帰ってきた”と感じた

――ソユーズ宇宙船での打ち上げはいかがでしたか。

星出　宇宙に行くのが2回目だからということもあったのかもしれませんが、4年ぶりに、普段行かない所へ長期出張に行ってくるという感覚で打ち上げに臨むことができました。ソユーズの内装は、ガガーリン宇宙飛行士訓練センターで何度も訓練を受けた、訓練用シミュレータとよく似ていると感じました。発射後、1段切り離し、2段切り離しと続くわけですが、切り離しの時に若干の衝撃があり、切り離されているのが分かりました。ソユーズのエンジンが停止して、シートに固定されていた体がちょっと浮いたなと感じたので、手元にあった鉛筆を離してみると浮き上がった。その時、無重力の世界に帰ってきたんだと感じました。

――ISSに戻ってきた印象は。

星出　ソユーズの窓からISSが少しずつ近づいてくるのを見ているうちに、“帰って来たな”という思いが込み上げてきました。ハッチを開けて中に入った後、ISSの状況を確認するのですが、最後に「きぼう」日本実験棟に来たときには、ワクワクしましたね。中に入ってあちこち手で触っていると、自分が4年前に「きぼう」を組み付けたときの光景がよみがえってきました。

――長期滞在が始まってそれほどしないうちに、「こうのとり」3号機がやってきましたね。ISSに近づいてくる「こうのとり」はどうでしたか。

星出　本当に美しかった。「こうのとり」は金色の断熱材を使っていて、地球の青色を背景に金色に輝きながら少しずつ近づいて来る。インパクトがありました。「こうのとり」には食料や服といった生活必需品のほかに、いろいろな実験のためのサンプル、予備の部品、小型衛星とその放出機構などが積まれていました。宇宙で必要になる物品を確実に、しかもタイムリーに打ち上げられる機能というのは非常に重要です。そうした国際的な貢献を日本が担っているのだと改めて感じましたね。

食糧や実験装置などを搭載し、ISSに到着した「こうのとり」3号機。星出（右）、アカバ（中央）、ウィリアムズ（左）宇宙飛行士が出迎えた

歯ブラシと電線で工具を手作りし船外活動のリターンマッチへ

――船外活動を行うことが決定したのはいつでしたか。

星出　最終的に決まったのは8月に入ってからですが、一緒に船外活動を行ったサニータ・ウィリアムズ宇宙飛行士、ロボットアームの操作担当のジョセフ・アカバ宇宙飛行士とは、地上でしっかり訓練をしていました。

――今回の船外活動の目的について聞かせてください。

星出　1番の目的はISSの電力切替装置（Main Bus Switching Unit：MBSU）の交換でした。MBSUは太陽電池パドルから供給された電力を切り替えて、ISS内の機器に送り込む装置です。ISSには合計4個あるのですが、そのうちの1つが不調だったのでそれを交換しようとしていました。作業は順調に進んでいたのですが、ご存じのようにスペアのMBSUがうまく取り付けられないという事態が起こってしまって。

――結局、その日は作業を完了せずに終わってしまいましたね。

星出　通常、船外活動は6時間半くらいです。今回は、作業状況と、船外活動用の宇宙服の酸素や電力、二酸化炭素吸着装置などの消耗状況も見ながら延長し、8時間を超える船外活動となりました。そうはいっても消耗品ですから限界はあるし、私たちの体力も考えなくてはいけない。1日のスケジュールやみんなの消耗を考えると、どこかで切りあげなくてはなりません。船外にいた私やウィリアムズ宇宙飛行士はなんとかやり遂げたい気持ちがあり、「もう少しねばれないか」と思っていたのですが、地上の管制官はそうしたことも含めて検討し、決断したわけですから、了解して船内に戻ってきました。疲れたという感覚はなかったですね。それよりも、「どうすれば取り付けられるのだろう」という思いばかりが頭に浮かんでいました。

合計21時間23分の船外活動は日本人宇宙飛行士として最長。写真は3回目の船外活動中の星出（左）、ウィリアムズ（右）両宇宙飛行士

上:ボルトが締まらない事態が発生した翌日、NASAジョンソン宇宙センターにMBSUが用意され、技術者や宇宙飛行士が集まって素早く対策が練られた
下:軌道上にある物を使って作られた船外活動の工具。画像の右上が、歯ブラシを利用して作られた工具

星出彰彦
HOSHIDE Akihiko
宇宙飛行士

――MBSUを取り付けられなかったのは、ネジ穴の中に微小な金属片があったためでした。2回目の船外活動でこれを取り除くために、どのような準備をしましたか。

星出　まずは、ネジ穴の中にある金属片を取り除くことが先決です。ブラシのようなツールが必要になりますが、船外活動の工具の中にそういった物はないので、歯ブラシを使って手作りしました。歯ブラシだけでは取れない可能性もあったので、ネジ穴の奥まで届いてかき出すツールも準備する必要がある。そこで電線を必要な長さに切って、被覆だけを切り取り、先端を広げて煙突掃除の道具のような物を作りました。また、手動のトルクレンチを持って行くことにしました。私たちは通常、電動のツールを使っていますが、電動だと設定したトルクを超えるといきなり止まってしまいます。そこで、締め付けの抵抗を感じながら作業できるよう、手動でボルトを締めることにしたのです。

――入念な準備で、2回目の船外活動はうまくいきましたね。

星出　そうですね。地上とコミュニケーションをとりながら、少しずつ作業を進めました。最終的にボルトが締結したことを地上に報告すると、管制官が話す後ろで拍手が起こるのが聞こえました。みんなが頑張ったその思いが通じたんだという気がしました。本当にうれしかったですね。

「きぼう」から次々と繰り出す新たな挑戦

――小型衛星の放出も今回の大きなイベントの1つでした。どんな手順で行ったのでしょう。

星出　まず放出機構を組み立て、「きぼう」のエアロックの中に置きます。船内側のハッチを閉め、次に船外側のハッチを開けて外に出し、「きぼう」のロボットアームでつかみます。ロボットアームの操作は筑波宇宙センターから行いました。小型衛星は2つのカセット（衛星搭載ケース）にセットされていて、1個目のカセットの放出は私がコマンドを打ち、2つ目のカセットは地上からコマンドを打ちました。キューポラの窓から放出の様子を見ていたのですが、きれいに飛んでいきましたね。

――小型衛星放出（※）の意義はどんなところにあると考えますか。

星出　エアロックとロボットアームの助けを借り、人工衛星を放出できることを世界に証明できたことは大きかったと思います。衛星を大事に梱包して運び、放出するという、新しい手法を示すことができたのではないでしょうか。

――ソユーズ宇宙船でメダカもやって来ましたね。

星出　「こうのとり」が運んできた水棲生物実験装置を組み立てて、メダカが来るのを待っていました。メダカが到着すると、水棲生物実験装置に移し、さっそく飼育が始まりました。直接見ることはなかなかできないのですが、地上スタッフの配慮で、メダカが食事をするときにはカメラの映像を私たちに見えるようにモニターに流してくれたので、みんなで楽しみにしていました。マレンチェンコ宇宙飛行士は、「今日餌やりは何時なの？」と毎日気にかけていましたね（笑）。宇宙では、生き物に対する関心が高くなるのかもしれません。

――宇宙からの日本の眺めはいかがでしたか。

星出　日本列島を見ることは、個人的に癒される時間でしたね。特に、東北地方には注目していました。細かなところまではなかなか確認できませんでしたが、少しずつでも元通りになってほしいという願いを持って見ていました。

――地球に帰還したときのことをお話しください。

上:小型衛星放出機構の組み立て
下:「きぼう」日本実験棟から宇宙へ放出された小型衛星

上:水棲生物実験装置の準備作業
下:水槽の中で餌を食べるメダカたち

星出　ISSから離れ、地球を1周回った後に、軌道離脱の噴射をします。大気圏に再突入後、窓の外を見ているとプラズマが光り、溶けた金属の小さな破片が窓の外にとどまって浮いている様子を確認できました。姿勢を制御するためのスラスターが作動する際のバルブの音も聞こえました。帰還時の状況はいろいろ聞いていました。例えば、パラシュートが開く瞬間というのは、タオルの先っぽにソユーズが付いていて、タオルをバタバタ振り回すぐらいの衝撃だと言われたり、着地の瞬間はナイアガラの滝を樽に乗って落ちて行くようだとか（笑）。自分はどう感じるのかワクワクしていました。着地に際しては、高度が300mくらいになったら身構えるように訓練されていたので、今か今かと待っていると、突然衝撃がきました。ソユーズは着地してからごろごろ回転して、ちょうど頭が下になったような状態で止まりました。マレンチェンコ宇宙飛行士が、5分待って救助隊が来なかったら、自分が出て救助隊を誘導しようかと話しているうちに、ヘリコプターの音が聞こえてきて。ソユーズでの帰還は本当に興味深い体験でしたね。

――最後に、今後の活動についてお話しください。

星出　まず、筑波宇宙センターでの技術報告も含め、いろいろな方に私の経験をしっかりお伝えしたいと考えています。また、この先に若田光一宇宙飛行士や油井亀美也宇宙飛行士の長期滞在が続きますのでそのサポートをし、ゆくゆくは私自身もう一度宇宙に行って、ISS計画にさらに貢献できたらと思っています。国際的な動きとして、ISSの軌道よりも遠くの、月あるいは小惑星、さらには火星へ行くという話もありますが、国際協力なくしてはできません。日本はこれだけの技術を持っているのですから、そういう場で貢献していくべきです。私も何らかの形で活動していけたらと思っています。

※JAXAでは「きぼう」から放出する超小型衛星候補の通年公募をしています。
詳しくはこちら http://aerospacebiz.jaxa.jp/jp/topics/2012/topics130131_01.html

誌面で紹介しきれなかった星出宇宙飛行士のインタビューを
「JAXA's＋（ジャクサスプラス）」ウェブサイトで公開中。あわせてお楽しみください。
→ http://www.jaxa.jp/pr/jaxas/

画像:JAXA/NASA

打ち上げに向けラストスパート

平時から災害時まで暮らしを見守る「だいち2号」

**2013年度の打ち上げに向け
最終調整が進む陸域観測技術衛星2号「だいち2号」。
陸域観測技術衛星「だいち」で実証した技術や利用成果を発展させ
災害観測、国土保全、森林伐採の監視、資源探査など、さまざまな分野での
利用拡大を目指しています。大沢右二プロジェクトマネージャに「だいち2号」に搭載された
先端技術や打ち上げまでのスケジュール、
観測データのユーザーの具体的なデータ利用方法について聞きました。**

災害時にはスピーディーで広域な観測が可能に

――JAXA'sでは、No.032号（2010年6月1日発行）で「だいち2号」の開発状況についてお話を聞きましたが、その後、東日本大震災が起こり、災害に関する監視の重要性が再認識されています。「だいち2号」に対する期待も高くなっているのではないですか。

大沢　そうですね。「だいち2号」はレーダで観測するので、曇り空でも雨でも、夜間でも観測できるという能力を持っています。そのため、国土地理院をはじめ、防災関係の省庁にも「だいち2号」には大変期待を持っていただいております。

――「だいち」（ALOS）の合成開口レーダのPALSARは、さまざまな実績を上げました。「だいち2号」のレーダではどのようなところが向上しているのでしょうか。

大沢　PALSARの分解能、すなわち観測できる細かさは10m四方でした。それに対して、「だいち2号」のPALSAR－2では、「スポットライト」という一番詳細なモードでは1m×3mの細かさまで観測できるようになっています。これは、「だいち2号」でレーダのビームを前後方向にも振れるようになったため可能になりました。それからもう1つ大きく変えたのが、SCAN－SARという広域を観測するためのモードです。「だいち」では観測幅が350kmでしたが、「だいち2号」では490kmまで観測幅を広げられるような工夫もしています。

――1m×3mまで分解能が上がると、詳細に見えてくるでしょうから、ユーザーはいろいろな使い方が可能になりますね。

大沢　そうですね。そこが皆さん一番期待されているところだと思います。例えば災害が起こったときは、まず広域の観測を行って被災地を把握し、特に被害の大きな場所を「スポットライト」モードで詳細に見るといった使い方が可能になります。

――それから、「だいち」では進行方向右側しか観測できませんでしたね。

大沢　「だいち2号」では衛星を左右に30度振ることができるので、「だいち」のときのように右側だけしか観測できないということはなくなります。そのため、「だいち2号」ではどんな場所でもほぼ1日以内に観測可能で、災害時にはスピーディーな観測ができるようになります。

――「だいち2号」は「だいち」の成果を踏まえて開発がされたと思いますが、技術的に新しいのは、どんなところでしょうか。

大沢　ビームを出す角度を細かに制御できるように、「だいち」では80台だった送受信機を「だいち2号」では180台に増やしました。「だいち2号」では窒化ガリウムという半導体を使った新しいデバイスを採用しました。そうすると効率が良くなり、レーダの出力も大きくなるのです。

――「だいち2号」のレーダの出力は「だいち」に比べてどのくらい大きくなりましたか。

大沢　「だいち」では2000Wだったものが3倍の6100Wになるので、それだけ暗いところもよりよく見えるようになっています。

――「だいち2号」のデータは災害分野以外にも、さまざまな分野で使われると思いますが、「だいち」で行っていたブラジルでの森林伐採の監視などでは、どのくらい細かく見えるようになるのでしょう。

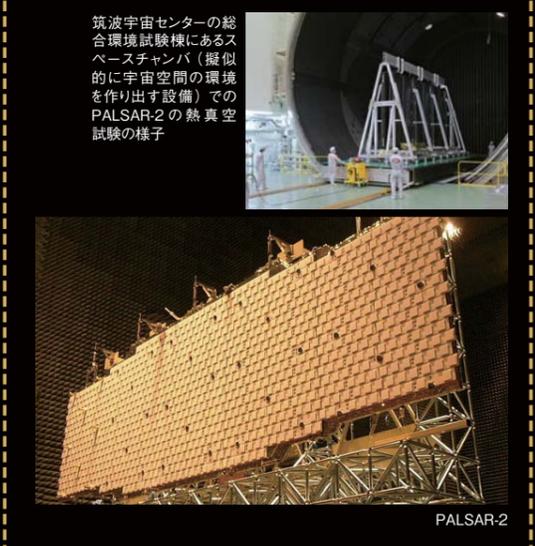
大沢　「だいち」の時には森林マップを10mのメッシュ（標高）で作りました。「だいち2号」になればさらに細かいところまで観測ができるようになります。樹木の1本1本はさすがに難しいのかもしれませんが、かなりいい成果を出せると思っています。

――レーダのデータは地殻変動の検出などにも有効ですね。観測が継続的に行われれば、研究の分野でも大いに役立ちますね。

大沢　そうですね。「だいち2号」は、打ち上げ後7年間にわたって観測運用を継続することを目標としていますので、できるだけ長く観測に使いたいし、できるのではないかと考えています。そのなかで新しい研究なり成果というのが出てくると思っています。

日本が誇る技術で世界とタッグ

――海外のレーダ衛星と比べた「だいち2号」の特徴は。

大沢　植物や森林を見るのに一番いいということもあって、私たちはLバンド（1.2GHz帯）のレーダを使っていますが、世界的にみて、「だいち2号」の性能に匹敵するLバンドのレーダ衛星はほかにありません。ヨーロッパなどでは安全保障の分野も含め、Xバンド（8～12GHz帯）の衛星を打ち上げています。観測する電波が異なるということになりますね。

――そうすると、各国が役割を分担して観測を行うということもあり得るわけですね。

大沢　それは十分にできると思います。災害時には1機よりも複数の衛星で観測した方がいいわけで、JAXAでは以前からドイツやイタリアなどと、レーダ衛星での災害監視の研究をしています。

――打ち上げまでの作業は順調に進んでいますか。

大沢　現場の努力で技術的な問題点は全て解決しています。着々と進んでいますよ。

――ユーザーに有効に使ってもらうために、どのような観測を行い、どのようにしてデータや情報を提供するかということも、考えていかなくてはなりませんね。

大沢　毎年「だいち2号」のワークショップを開催して、ユーザーの方々からの意見を募ってきました。「だいち2号」に対する期待がとても大きく、かなり高い要望もいただいています。現在、航空機に搭載した合成開口レーダを使うことで、「だいち2号」で観測したデータがどのように見えるのか、といった研究もしています。期待に応えられるようなフレキシブルな観測を、観測初期から実現していきたいと考えています。またユーザーの方々にどういう種類のデータをどうやって届けるのかも検討しています。

――打ち上げに向けた抱負を聞かせてください。

大沢　「だいち2号」は日本の社会に、そして世界に大きな貢献を果たすことのできる衛星です。打ち上げまでしっかりと見届け、運用が始まったら、多くのユーザーの皆さんに使っていただければと思っています。

大沢右二
OSAWA Yuji
宇宙利用ミッション本部
「ALOS-2」プロジェクトマネージャ

昼も夜も、どんな変化も見逃さない

「だいち2号」概念図

太陽電池パネル
データ中継用アンテナ
直接伝送用アンテナ
LバンドSAR アンテナ
進行方向
地心方向

分解能が向上

「だいち」レーダ画像

「だいち２号」データ画像（シミュレーション）

●1～3mの高分解能で観測
「だいち2号」に搭載されるLバンド合成開口レーダ（PALSAR-2）は、「だいち」搭載のレーダ（PALSAR）と比べ、新たな観測モード「スポットライトモード」を追加し、1～3mの分解能を目指す。より精度の高いデータをユーザーに提供することで、災害の状況などを詳しく把握することが可能になる。

●雨でも夜でも鮮明に観測
雲などがあると撮影できない光学センサと違い、「だいち2号」に搭載されるPALSAR-2は雲を透過するマイクロ波センサであるため、昼夜・天候に関係なく観測が可能。

●より迅速に、より広い範囲を観測
「だいち2号」は、「だいち」にはない左右観測機能を持っている。「だいち」では870kmだった観測可能領域を2,320kmに向上することで、迅速に観測できる範囲を3倍程度にまで大幅に広げ、観測頻度を向上させる。

拡大する利用分野

迅速に災害状況を把握
国内外で地震や水害や噴火などの大規模災害が発生した際、「だいち2号」は、日本においては12時間以内、アジア地域においては24時間以内に観測データを迅速に提供。国際災害チャータやセンチネルアジアへの国際協力に加え、「だいち2号」と海外のレーダ衛星との間で、災害時における相互緊急観測のための相互協力関係を構築し、大規模災害時の補完を目指す。

農作物の生育状況の把握
食糧の安定供給のためには、農作物の作付面積を把握することが重要。「だいち2号」で観測することにより、効率的に精度の高いデータを得ることができる。

森林保全に貢献
温室効果ガスの吸収源となる森林の変化監視を行うことで、環境問題に取り組む。東南アジアやブラジルなどの熱帯雨林地帯における森林の違法伐採の監視にも貢献。

国土保全・管理
広範囲、継続的に観測したデータは蓄積され、地図情報の更新に役立てられる。また冬期オホーツク海で海氷の準リアルタイム監視が可能となり、漁船などの海難事故防止にも貢献する。

資源の探査
陸や海底の石油や鉱物などが存在する可能性の高い地域を観測し、資源・エネルギー供給の円滑化につなげる。

筑波宇宙センターの総合環境試験棟にあるスペースチャンバ（擬似的に宇宙空間の環境を作り出す設備）でのPALSAR-2の熱真空試験の様子

PALSAR-2

ユーザーの要望を反映してフレキシブルに観測

山体崩壊のメカニズムを解明し防災・減災につなげる

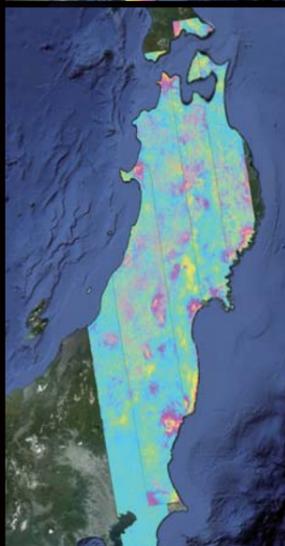
北海道大学大学院理学研究院　付属地震火山研究観測センター

レーダ波を利用した地殻変動の観測手法

村上亮教授は、地球資源衛星「ふよう1号」の時代から合成開口レーダのデータを利用している。

「衛星と関わり始めたのはもう20年近く前になりますが、当時は、地震に伴う地殻変動を調べていました。最近では、主に火山に関する変動を研究しています」

研究テーマの1つに「山体崩壊」がある。山体崩壊とは、火山の一部が噴火や地震などをきっかけにして、大きく崩壊する現象のこと。山の形が変わるほどの巨大な地滑りともいえる山体崩壊が発生するメカニズムは、未だ解明されていない。

山体崩壊が起きると、広い範囲にわたって甚大な被害がもたらされる。およそ2900年前には富士山も山体崩壊を起こし、御殿場付近に大規模な土石流を起こした。その他に、福島県の磐梯山や北海道の駒ヶ岳で山体崩壊が発生しているが、地震や噴火に比べるとその発生数は非常に少ない。

「とはいえ、日本においては火山と人口密集地が近い距離にあることが多い。もしも山体崩壊が発生すると、土石流や土砂から逃れる時間はほとんどありません。土石流が海に突入することで発生する津波などの被害も計り知れません」と村上教授は語る。

山体崩壊が発生するメカニズムを理解し、山体崩壊が起きる前兆を捉えるためには、火山周辺の地殻変動を事前に観測しておく必要がある。

宇宙からのレーダによる地殻変動観測の大きな利点は、地表に特別な計測装置を準備する必要がなく、日本のみならず世界中のどの場所であっても観測が可能となることだ。人や装置を持ち込めない僻地はもちろんだが、立ち入りを制限された場所でも観測できる。例えば火山の場合、噴火の危険性が高まると、その周囲は立ち入り禁止になってしまう。人工衛星からの観測ならば、火山活動に関係なく、連続して観測できる。

上：「だいち」のデータを解析し、東日本大震災に伴う地殻変動の様子を示した図。衛星と地表の距離が約11㎝変化する毎に1周期分の色彩変化が現れるよう作成されている。色彩変化の周期数をカウントすることにより、地殻変動の大きさと分布を知ることができる。図には40周期以上の色彩変化が認識でき、4m以上の地殻変動が発生していたことが分かる

下：上図から地滑りのような地震の断層運動以外の要因だけを抽出した図。水色の部分は特別な変化がなかった場所を示しているが、水色以外の色が現れている部分は、地表に変化があった場所と考えられる。東北全域で細かい色彩変化が認められ、地震によって誘発された広域の水平地滑りや、火山の地下のマグマを含む高温岩体の変形に伴う地殻変動など、これまで知られていなかったさまざまな現象が発生していたことが確認できる

画像提供：村上亮教授

類似した観測例を集め山体崩壊を解明する

村上教授は東日本大震災の際に、陸域観測技術衛星「だいち」で捉えたデータを解析し、地盤が水平方向に広い範囲で動いたことを突き止めた。東日本大震災では、急傾斜地での大規模な地すべり発生の事例が少なかったため、津波に比べて犠牲者の数が少ないが、もしも傾斜地の直下で強い地震が発生していたら、広範囲にわたって地滑りが発生した可能性があるという。

「震災後の観測を継続中に機能を停止してしまいましたが、『だいち』は非常に大きな成果を挙げました。その後継機が打ち上がることは、大変意義深いことだと思っています。『だいち2号』は、『だいち』のPALSARに比べて解像度が上がっただけでなく、軌道の変動が最小になるようコントロールされ、高品質のデータが得られるはずですので期待しています。また、送信出力が上がったことで積雪による影響を抑えることもできると考えています。雪に覆われることの多い北海道の火山では、特に効果を発揮し、有益なデータが取得できるのではないでしょうか」

「ふよう1号」「だいち」「だいち2号」と続く日本のレーダは、Lバンドという波長を使っており、森林に覆われている場所でも、樹木の影響を受けることなく地殻変動を観測できる特長がある。

「外国の衛星に多い、波長の短いCバンドやXバンドは植物の表面で反射されてしまうので、地殻変動を調べることはできません。ですから、私たちのような研究分野ではLバンドは非常に有効なのです。海外の研究者も日本のLバンド衛星に注目しています」と、村上教授。『だいち2号』で継続的に観測し、災害の被害を減らすためのデータを後世に残せるような運用をしてほしいと期待を寄せる。

村上 亮
MURAKAMI Makoto
北海道大学大学院理学研究院
付属地震火山研究観測センター
火山活動研究分野　教授

水稲作付面積を高精度に把握する手法として期待

独立行政法人　農業環境技術研究所

米の安定供給のために宇宙を活用

農業と農業を支える環境に関する研究を行う（独）農業環境技術研究所では、人工衛星からのリモートセンシング情報を利用し、農作物の作付面積を算出する方法の研究を90年代から始めている。リモートセンシングとは、離れた場所から地球表面の状態を観測する技術のこと。現在、国の水稲作付面積の統計値は、調査員などが約4万カ所の現地に赴いて調査した結果を基に算出されている。今年は水稲、来年は大豆、その次の年は別の農作物というように、生産する作物をローテーションで変える場合もあり、統計値を求めるための調査は毎年行う必要がある。人工衛星の観測データを利用することで、このような作付状況をより効率的に把握できる可能性がある。

「研究当初はランドサットなどの衛星からのデータを利用していました。しかし、光学センサを使ったリモートセンシングには、雲の下を観測できないという欠点があります。観測できない部分があると、データに欠損が生じ、正確さを求められる統計値算出には適さないのです」と、石塚直樹主任研究員は語る。

光学観測に替わる手法として考えられたのが、合成開口レーダによる観測データとGISデータ（農地の区画）を基に、作付面積を算出する手法だ。

田植えを行うために水を入れた水田をレーダで観測すると黒く（暗く）映る。数カ月後、同じ場所を撮影すると、レーダ波が稲によって乱反射するために白く（明るく）映る。この観測時期の異なる2つの画像を比較することで、黒く映った場所が白くなっていればその区画は水稲が作付けされた場所であると判別でき、その区画の面積を集計することで作付面積が割り出せるのだ。

水面はレーダからの電波を鏡面反射させるが（左）、水稲が生育すると電波は拡散する（右）

田植え期　生長期

「だいち」のレーダ画像。田植え期は黒く（左）、水稲生長期（右）は白く映る。画像右の黒いままの場所は水稲が作付られていないエリア。時期を変えて撮影したデータを比較することで、作付状況を把握できる。「だいち2号」の観測で、より鮮明なデータを得ることが期待されている

画像提供：農業環境技術研究所

後継機も含め長期間、継続的な観測を

この方法であれば、日本全国どこでも、客観的に水稲作付面積を把握することができる。将来的には、水稲以外の農産物、例えばトウモロコシやサトウキビなどへの応用も検討されている。日本と同様に水稲を生産している東南アジアなどへの技術支援という観点から、海外での活用も考えられる。

石塚主任研究員は、「だいち2号」で、50kmという広域を解像度3m程度の観測が可能になることに注目している。「このモードを使えば、広い範囲の圃場の一つ一つが細かく見えてくると思います。私たちは海外の衛星のデータも使って研究してきましたが、それには非常にお金がかかる。国産の衛星が上がるのはとてもありがたいこと。こちらの要望を伝え、協力してもらうこともできますし」と、石塚主任研究員。

「『だいち2号』が長期間運用されることはもちろんですが、観測が途切れないように後継機を打ち上げてほしいと思っています。より性能を高め、日本全国どんな場所の田畑でも正確に観測できるよう期待しています」

石塚直樹
ISHITSUKA Naoki
（独）農業環境技術研究所
生態系計測研究領域
主任研究員

ギャラリー「しずく」

水の惑星

宇宙から見た「地球」は、その名前とはうらはらに、水に包まれた惑星です。表面の7割を占める海だけでなく、氷河や雪原が陸地を覆い、雲や雨が刻々と変わる表情を作っています。気象や気候のメカニズムを解き明かす上で「地球上のどこに、どんな形で、どれほどの水が存在するのか」を知ることが欠かせません。H_2O～水の分子が放射する微弱なマイクロ波を宇宙でキャッチすることで、それを測るのが第一期水循環変動観測衛星「しずく」の役割です。2012年5月の打ち上げ以来、順調に運用が続けられてきた「しずく」の観測データから、地球の今を伝える画像をご紹介します。

土壌水分平年比 Wet 300 200 150 120 100 90 70 30 0% Dry

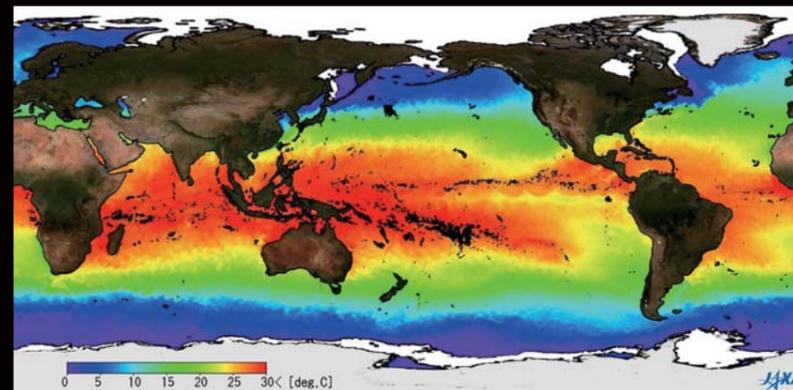
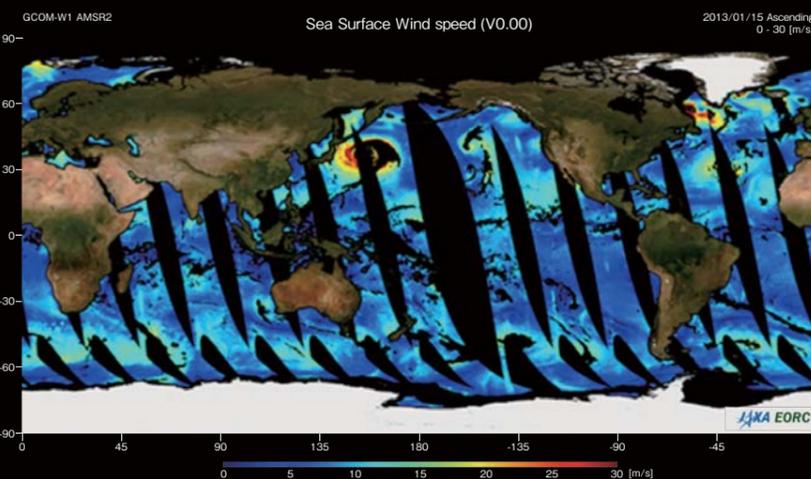
「しずく」では6.9GHz～89.0GHzの8つの周波数帯で、水の分子が放射するマイクロ波を観測します。それらを巧妙に組み合わせることで、地球上の水のさまざまな表情を読み取ることができます。画像は2012年5月～10月にかけ、米国の衛星Windsatと「しずく」でリレー観測した、北米大陸の土壌水分量の平年比（平年値に対して、乾いているか湿っているかを示す）の推移です。広いエリアを継続観測することで、食糧生産予測に役立てることができます。

北海道を舐める舌 オホーツクの流氷の動き

表示されている色は海氷密接度を表し、赤で示すほど氷が密集している

北海道に押し寄せる流氷を「しずく」が捉えました。オホーツク海沿岸を舐めるようにサハリンから垂れ下がる赤い舌が、流氷を表す「海氷密接度」の高いエリアです。今シーズンの初接岸は2013年1月17日（右画像）。雲に覆われていることも多いこの海域ですが、観測に使うマイクロ波は雲を透過するので、天候に左右されず広い範囲の観測が可能です。ウェブサイト「オホーツク海の海氷分布ページ（http://sharaku.eorc.jaxa.jp/cgi-bin/adeos2/seaice/seaice.cgi?lang=j&mode=large）で毎日のデータを公開しており、流氷観光にも役立てられています。（左画像は初接岸の1週間前、1月10日の画像）

南極の流氷と定着氷を宇宙から「しらせ」る

南極の海氷には、動かない厚い「定着氷」と、風や海流で移動する「流氷」があります。南極域での航行には、刻々と変わる海上の様子をリアルタイムで捉える「しずく」のデータが役立ちます。2012年12月から、昭和基地へ向かう観測船「しらせ」や、南極域の海洋調査を行う「海鷹丸」に、「しずく」が捉えた南極の海氷データを提供する体制が整いました。昭和基地への物資輸送は「しらせ」の重要なミッションです。12月19日に生野菜やフルーツ、家族から越冬隊員への手紙を載せたヘリコプターの第1便が昭和基地に到着し輸送ミッションが開始されました。しかし「しらせ」は厚い定着氷に阻まれ昭和基地への接岸断念を決定（2013年1月10日）、基地北西18kmの地点からヘリコプターで物資輸送が行われました。物資輸送後の「しらせ」の海洋観測と航海においても「しずく」のデータが役立てられています。

「しずく」は高度約700kmの軌道上から約1,450km幅で観測を行い、地球表面の99%の範囲をわずか2日間でカバーするため、大洋をまるごと捉えることができます。左の画像は、海上の風速を示す1日分のデータを画像化したもの（黒い部分は観測の隙間）で、関東に大雪を降らせた（2013年1月17日）強い低気圧が日本の東海上に映っています。右の画像は海面温度の3日平均を画像化したもの。太平洋赤道域の東部から西部にかけ冷たい流れを見ることができます。異常気象をもたらすとされるエルニーニョ／ラニーニャの判定のため、「しずく」によって広い範囲の継続的な観測が行われています。

震災後に活躍した「きずな」「きく8号」

被災地医療や津波計測に〝使える〟衛星であるために

高速インターネット回線を提供する「きずな」と、世界最大級の展開アンテナを持つ「きく8号」。静止軌道上から日本を見守る2つの衛星は「3・11」に伴う災害対策支援として被災地に通信回線を提供した。既に両衛星は後期運用に入っているが、民間の通信衛星にはない新しい機能・高い性能を活用するため、将来を見据えた取り組みが始まっている。

迫真のシナリオでの訓練

社団法人日本医師会（以下、日医）とJAXAによる協定の調印式が1月30日、東京・駒込の日本医師会館で行われた。（18ページで概要紹介）。続く記者説明会で、この協定の推進役となった日医の石井正三常任理事は、協定の意義を端的にこう説明した。

「もし5分後に大地震が起こったら、協定を踏まえ優先的に衛星インターネットの設備と回線を提供していただく。そういう事態も想定し、年1回程度のデモンストレーションを行っていく予定です」

協定の直接のきっかけとなったのは、2012年7月、全国の医師会の救急災害担当役員が集まる連絡会のプログラムの一環として行われた、非常災害通信のデモンストレーションだ。石井常任理事の発案に協力し、JAXAは北海道、埼玉、日医（東京）それぞれの医師会を「きずな」で直接結ぶ回線とインターネット回線を提供した。

石井正三
ISHII Masami
社団法人日本医師会
常任理事

デモには2種類のシナリオが用意されたが、1つは札幌を大地震が直撃した、というもの。巨大地震でテレビ塔が倒れ、地下街にめり込み地下鉄にも被害が及んだ。繁華街や住宅密集地で火災が多発、石狩湾新港では津波を避けようと出港した船舶同士が衝突炎上、港湾機能もストップした……、というシリアスな設定だ。札幌～東京間のテレビ会議は、こんなやりとりから始まった。

「――北海道医師会長の長瀬です。幸いにも医師会の役職員は全員無事です。ただ、札幌市全域が停電し、北区、西区、すすきの地区など火災被害の大きい地域では熱傷患者が多数発生しています。その他地域では死傷者は限られるものの、住宅倒壊やライフライン途絶で、多数の被災者が避難所生活となりそうです……」

「緊急事態のプロ」に通信回線を提供

こうしたやりとりに続いて、電子カルテや、スキャンした紙のカルテのデータをクラウドで共有するデモンストレーションが行われた。デモをサポートした「きずな」「きく8号」の中尾正博ミッションマネージャはこう振り返る。

「デモそのものは実にスムーズに運びました。テレビ会議もデータ共有も、平時ならできて当たり前のこと。しかしあの場にいた先生方は、多くが災害医療の現場を体験されている。当たり前のことを当たり前にできることが、どれほど重要かをよくご存知の方ばかり。『きずな』の実力を高く評価していただけました」。デモの実施に携わった衛星利用推進センターの越川尚清主任開発員は、「『きずな』の地球局はワンボックス車でも運べるサイズなので、災害医療の現場でも活用できます」と語る。

「きずな」を使った情報共有実験

北海道医師会
●3地点間での
テレビ会議
●無線LANによる
インターネット
埼玉県医師会
インターネット接続
筑波宇宙センター
日本医師会

トランクに収まる可搬型の地球局設備で、日医（東京）、北海道、埼玉の医師会会館を結びデモンストレーションを実施。テレビ会議とクラウド（遠隔地間で利用する共有フォルダ）でカルテなどの情報共有が行われた

日医に設置された「きずな」通信用アンテナ（右）と、TV会議の様子（左）
画像提供:日本医師会

中尾正博
NAKAO Masahiro
宇宙利用ミッション本部
衛星利用推進センター
ミッションマネージャ
（きずな・きく8号）

越川尚清
KOSHIKAWA Naokiyo
宇宙利用ミッション本部
衛星利用推進センター
主任開発員

石井常任理事は日医のことを〝日本最大のNGO〟と表現する。ボランティアの医師らは市町村や都道府県などの医師会単位で組織され、日医がそのコーディネートに当たる。チームはJMATと呼ばれるが、これは「がれきの下の医療」などに当たるため発災直後から活動するDMAT（災害派遣医療チーム）に呼応してのネーミングだ。行政組織とは異なる指揮命令系統を持ち、製薬団体や米軍の協力を得て物資を被災地に送り込む〝実力〟も有するわけだ。さらに、そもそも医師とは、緊急事態のプロフェッショナルである。

「被災地の医療チームには、医療に関わるものに限らずさまざまな情報やリソースが集まってきます。東日本大震災でも医薬品の輸送のため米軍機を使うことができましたが、これも私たち独自のルートがあったから。JMATの中には経営する医院を一時的に閉じて被災地にやってくる開業医もいて、最終的に全国の1万人近い医療従事者が被災地での医療に関わりました。人が入れ替わるため、カルテや医薬品ストックなどの情報共有は非常に重要で、その面でのバックアップが可能となるのはとても心強い」（石井常任理事）

「きずな」は限られた電力を適切に配分するアンプ（増幅器）や、電波のビームを絞る能力、さらにデータ配信（搭載交換器）の機能を備えている。民間の通信衛星ならばテレビ中継車に相当する設備でようやく実現する高速通信を、トランク数個に収まる機器で可能にする〝機動力〟がある。ただ衛星そのものはすでに後期運用に入っている。世界に類のない高速インターネット衛星とその技術を有効に生かすためにも、日医のような高いパフォーマンスが期待できる相手との協力関係が重要なのだ。

寺田幸博
TERADA Yukihiro
高知工業高等専門学校
環境都市デザイン工学科 教授

津波のデータは第一波で途絶えた

世界最大級の大型展開アンテナを持つ技術試験衛星Ⅷ型「きく8号」による、「GPS津波計からのデータ伝送実験」が2012年10月から実施された。日立造船（株）のエンジニアとして機器開発を推進し、現在は高知工業高等専門学校の教授として利用拡大に努める寺田幸博教授は「3・11」の経験をこう語る。

「国交省が東北沿岸に設置していたGPS波浪計が、震災当日の津波を捉えています。最大6・7mという海面上昇のデータはリアルタイムに気象庁に送られ、大津波警報の引き上げに役立てられましたが、同時に課題が浮き彫りになりました」

その1つが、地上設備の影響を受けない伝送路が必要だ、ということ。

「実は津波のデータは、第一波だけで途絶えてしまったのです。津波が沿岸に到達し地上の伝送路が停電などで寸断されてしまったから。2週間ほど後に港湾空港技術研究所の研究者が陸上基地局設備のHDDを回収したところ、データはきちんと記録されていました。つまり伝送ができなかっただけなのです」

「きく8号」を使ったデータ伝送実験

きく8号
観測データ
NICT鹿島宇宙
技術センター
高知高専
GPS津波計
（室戸岬沖）

情報通信研究機構、日立造船（株）、東京大学地震研究所、高知工業高等専門学校らとの共同実験

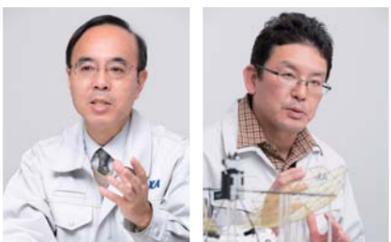
重量38トン。最頂部の円盤状の物体がGPSアンテナ

室戸岬沖のGPS津波計（左画像）からの情報が「きく8号」を経由し茨城・鹿島に送られ、インターネットで高知高専に送られた

画像提供:高知工業高等専門学校

かすかなデータを拾う大きなアンテナ

地上の被災状況に左右されない伝送路として衛星の重要性が再認識されたわけだが、さらにGPS津波計には、相手が「きく8号」でなければならない理由がある。

「GPS津波計は洋上のブイですので電力は太陽電池と蓄電池に頼るしかなく、送信パワーが限られる。しかも波に揺られるため、指向性の鋭いアンテナは使えない。洋上からの弱い電波を拾ってくれる大きなアンテナが必要なのです」

洋上からのデータ収集は、差し渡し20mという世界最大級のアンテナを持つ「きく8号」にはうってつけのミッションなのだ。

「関係機関との協力のもとデータ伝送実験を行い、〝防災専用衛星が必要だ〟という思いをますます強くしています。現在は、沖合20㎞程度に限られるブイの位置を100㎞以上に伸ばすためのGPS測位法には技術的めどが立っています。震源域を含む太平洋上の広い範囲に300基程度のGPS津波計を置くことで、津波予報は格段に精度が上がります」

寺田教授も指摘するように「平時に利用でき、災害時にも役立つ」ような衛星がどういうものであればいいのか、さまざまな機関との連携を通じて検討が進む新たな〝展開〟に期待が寄せられる。

JAXAと日本原子力研究開発機構（JAEA）は2012年6月から、小型無人航空機を利用した放射線モニタリングシステムの実現のため、共同研究をスタートさせた。JAXAが研究開発する小型無人航空機技術とJAEAの持つ放射線検出器の技術を組み合わせ福島第一原子力発電所周辺の観測をより広範囲により精密に把握できるシステムを開発することが目的だ。

JAEAとJAXAが強力タッグ
放射線モニタリングのための小型無人航空機システムの開発

放射性物質の分布を把握し復興につなげるために

放射線モニタリングとは、大気中や地上の放射線量を測定すること。東京電力福島第一原子力発電所の事故後、福島県内では放射線量を計測するモニタリングポストが設置され、常時計測が続けられている。また、航空機や自動車などを用いて広い範囲で放射線量の計測も行われている。

JAEA福島技術本部・福島環境安全センターの鳥居建男研究主席によれば、航空機などによる広域の放射線モニタリングを行う目的は2つある。

「1つは、緊急時に放射線量がどのような状況になっているかをできるだけ早く確認すること。もう1つは、台風や梅雨などの影響によって地表に沈着した放射性物質が長期的にどのように変動するかを調べることです。つまり、原発事故のような緊急時に素早くモニタリングし、住民の避難などに役立てるためと、その後の経過を継続的に観測することで、被害の拡大を防いだり対処に役立てるという目的があります」

JAEAは、福島第一原子力発電所の事故後、放射線セシウムの拡散範囲とレベルを調査するために、文部科学省の委託により航空機（ヘリコプター）によるモニタリングを行った。その計測データは、警戒区域や避難のための準備区域の見直しなどに役立てられた。現在もモニタリングの結果は文部科学省から逐次公開されており、モニタリングによって得られた研究成果は学会などでも報告されている。

2011年7月からは、より詳細なデータを得るために、無人ヘリコプターによる放射線モニタリングが開始された。放射線検出器を搭載し、およそ3km四方の範囲を約50～100mの高さから、プログラムした飛行経路に沿って飛行し、計測する。人が容易に立ち入れない放射線量の高い地域や森林、田畑の上でも比較的安全に観測を行うことができる。しかし、実際の観測では、万が一の事故を考えてヘリコプターを肉眼で確認できる範囲のみ飛行させるという運用方法をとっている。また、山林が7割を占める福島県では、車や人が踏み込めない場所もある。JAEAとしては、もっと広い範囲を計測する必要性を感じていた。

放射線検出技術と無人航空機技術の融合

一方JAXAでは、JAXAの持つ技術を震災復興に利用できないか関係各所に申し入れていた。JAXAが提案していた技術の1つである小型無人航空機技術にJAEAの持つ放射線検出技術を組み合わせれば、より広範囲を効率良くモニタリングできるのではないか。それが、今回の共同プロジェクトの出発点だった。

プロジェクトでは、放射線検出器の新規開発をJAEAが、その放射線検出器を搭載する無人航空機の設計をJAXAが担当する。JAEA福島技術本部・福島環境安全センターの眞田幸尚主査は、「検出器をヘリコプターの機体内部に全て収めてしまうと、遮蔽されてしまい検出効率が落ちてしまうので、センサーの部分だけは外に出すといった工夫を加えます」と開発中の放射線検出器について説明する。

JAXAの無人航空機は、もともと気象観測を目的として研究されていた無人航空機をベースにしたものだ。開発を担当するJAXA無人航空機利用技術チーム・小型無人機システムセクションの穂積弘毅主任研究員は、「梅雨前線の観測を行うため、海の上を片道70～100km行って戻ってくるという能力を持つ無人航空機を研究していました。その後、JAXAオープンラボ（※）の共同研究制度を利用して、20時間の昼夜連続飛行を可能にしたり、光学機器やセンサー類を搭載するなど性能向上が行われ、研究が一段落したところでした」と振り返る。

これまで研究してきた無人航空機をベースに開発するといっても、変わらないのは外形だけで、機体の構造などはJAXAの厳しい安全基準に適合するよう改良が進められている。部品も一つ一つ見直し、信頼性の高いものに変更していくだけでなく、主翼の強度なども高め、実際の航空機と同等の試験が行われる。また、広範囲を無人で飛ぶことになるので、建物や人に被害を与えないよう、2カ所（あるいはそれ以上）の故障が発生しても致命的な事故が起きないようなシステム設計にし、電気回路も2系統にして冗長性を持たせるなど、安全性や信頼性を向上させる設計が行われている。

「新しい機能の搭載も検討しています。放射線の測定は、地上との距離が一定である方が精度が高くなるというお話をJAEAさんから伺い、地形の変化に対応して飛行高度を変える地形追随追従飛行モードを検討中です」と、JAXA無人航空機利用技術チーム・小型無人機システムセクションの村岡浩治セクションリーダは説明する。

日本独自の防災ツールとして国際貢献も視野に

2012年度中に無人航空機のプロトタイプが完成する予定で、13年度初めから北海道の大樹航空宇宙実験場で、安全性や耐久性を測定する本格的な試験を開始。試験の結果をもとに1年をかけて改良を加えていく予定だ。また、無人航空機による放射線モニタリングが始まった後も、無人ヘリコプターによるモニタリングは引き続き継続される。例えば、100km程度もしくはそれ以上の広い範囲は有人のヘリコプターで、数kmから数10kmの範囲の測定や至急調査しなければならないときは、この無人航空機で、さらにもっと詳細なデータが必要と思われる狭い範囲は無人ヘリコプターでモニタリングするといった運用が考えられている。

「あってはならないことですが、万が一、日本だけでなく海外で原子力事故が発生した場合にも頼れるような独自の防災ツールとして完成させたい」と鳥居研究主席。穂積主任研究員もまた「震災からの復興も含めて、JAXAの研究成果を実際に使っていただき、世の中に広く役立つものにしたい」と抱負を語った。

※JAXAと企業・大学などが連携協力し、それぞれが得意とする技術・アイデア・知見などを結集し、共同研究によって宇宙航空発の新しいビジネスや魅力的な宇宙航空プロジェクトの創出を目指すための枠組み

上:林の上を飛ぶ無人ヘリコプター。左奥に見えるのは福島第一原子力発電所　下左:JAEAが運用中の自律飛行型無人ヘリコプター。放射性物質の分布状況把握のために日々活動中だ　下右:計測された放射線のデータがパソコンの画面に表示される（画像提供:JAEA）

JAXA航空プログラムグループ・無人航空機利用技術チーム・小型無人機システムセクションの村岡浩治セクションリーダ（右）と、JAXA航空プログラムグループ・無人航空機利用技術チーム小型無人機システムセクションの穂積弘毅主任研究員（右から2人目）

独立行政法人日本原子力研究開発機構・福島技術本部福島環境安全センターの眞田幸尚主査（左）と、鳥居建男研究主席（左から2人目）

JAXAの小型無人航空機主要諸元（ベース機）

項目	諸元
寸法	全長2.6m、全幅4.2m
機体重量（うち搭載量）	最大50kg（3～10kg）
推進	エンジン（ガソリン）
飛行時間	最大8時間以上
飛行速度	25～30m/sec（90～108km/h）
飛行高度	250m未満
操縦	自動制御（プログラム飛行）、手動離着陸

JAXAが研究開発する小型無人航空機。JAEAとの共同研究では、この小型無人航空機をベースに改良が加えられる

想定する運用方法

- 原発周辺の制限区域内で観測飛行を行う
- 制限区域近傍の基地より遠隔操縦で離着陸する
- 自動操縦に切り替え、無人地帯上空を飛行する
- モニタリングデータは地上基地局にダウンリンクされる
- 操縦者を含めて数名で運用する

放射線モニタリングのイメージ（画像提供:JAEA）

宇宙に飛び出す

メイド・イン・ジャパン 第5回

発車メロディーが郷愁を誘うJR京浜東北線の蒲田駅は東急池上線と多摩川線も乗り入れる城南地区のターミナル駅です。駅西側の商店街は手芸用品大手「ユザワヤ」のお膝元。今回の「宇宙に飛び出すメイドインジャパン」は、そんなエリアの一角にオフィスを構える、「シマフジ電機」を訪ねました。

舞台裏の縁の下から世の中を支えてきた会社が作る、これからの衛星づくりに欠かせない機器たち

シマフジ電機株式会社（東京都・大田区）

「社名を〝電機〟としたのは、ハードやソフトの設計だけでなく〝もの〟まで含めて提供するぞ、という心意気を見せたかったからです」と語る社長の藤代巖さん。1990年に設立された同社は、半導体製造ラインの制御装置や各種組み込みシステムの開発、コンピューター／ネットワーク関連機器の開発製造販売を行う社員数20名あまりの会社です。

同社が関わってきたのは、世の中を支える機器の舞台裏の、そのまた縁の下を支える仕事。例えばPCやスマホ、家電や自動車の機能を支えるのは半導体ですが、それらは清浄な空間の中で、ほとんど人手を介さずに作られています。露光や洗浄など、それぞれの工程を担う設備による製造ラインを動かすためには、制御・管理システムが必要となります。シマフジ電機はそれらを支える機器やシステムの開発を、1つの柱としてきました。当然ながら取引先以外にその名を知られる機会もほとんどありませんでした。

「SpaceCube」で一躍表舞台に

2006年、同社の製品が国内や海外のネットメディアで取り上げられ、大きな反響を呼ぶことになります。ひょんなきっかけから開発した、世界最小クラスの超小型コンピューター「SpaceCube（スペースキューブ）」です。

「ティーキューブという5cm角の超小型コンピューターが前身にありました。小さいけれどマウスもモニターもイーサネットもつながるコンピューターなんですが、ある方が、これを使って宇宙科学研究所の先生方にプレゼンをしたところ、高橋忠幸先生（X線天文衛星「ASTRO-H」プロジェクトマネージャ）が興味を持たれた。それがきっかけでSpaceCubeが生まれました」

〝スペース〟と名乗ってはいますが、これそのものが宇宙に飛び出すわけではありません。衛星の内部で使われる「SpaceWire（スペースワイヤ）」と呼ばれる通信規格に対応するインターフェイス（物理的・電気的な接続点）を、キューブ型の筐体に備えている、という意味です。

ジグソーパズルからレゴブロックへ

そもそも衛星とは、センサやデータ記録装置やプロセッサーや送受信機など、多数のユニットを組み合わせて作る巨大な〝電機〟です。ミッションに合わせて最適化された専用のユニット群同士を、「ジグソーパズル」のピースのように組み合わせて作られてきました。一方、SpaceWireは、衛星の作り方を「レゴブロック」のように簡易なものにしよう、と提唱された通信規格。レゴブロックは「凸と凹」の寸法が厳密に決められているので、ブロックの外形が違うもの同士でも、組み合わせるのは容易です。衛星の場合も、通信規格を厳密に決めておけば、接続性の確認が容易になり、製作期間短縮やコストダウンにつながる、というわけです。スコットランドのダンディー大学に始まり、ESA、NASA、JAXAをはじめ各国の大学・宇宙機器メーカーが参加した国際的なユーザーコミュニティが活発に活動しています（※）。「ASTRO-H」は、全面的にSpaceWireを使った初の衛星ということで、コミュニティからも大きな期待を寄せられています。

国際会議にも毎回参加

シマフジ電機はSpaceCubeに始まり、その性能向上版であるSpaceCubeMK2や、SpaceWireのコネクタを複数備えた「ルーター」、SpaceWireとイーサネットとの間を取り持つ「SpaceWire to GigabitEther」などを製作してきました。ブロックの例えでいうなら、金型から出てきたばかりのブロックの凸と凹の寸法を高精度に測定するというような役割を果たす機器であり、SpaceWireを使った衛星製作に不可欠の機器群です。

「国際会議は3年に2回ぐらいのペースで開催されています。私たちも毎回参加し製品展示やデモを行っていますが、皆さんの〝食いつき〟は、なかなかいい。ニッチな分野でも誰もやってないことをやれば、小さな会社でも世界に発信し、それが社員のモチベーション向上にもつながる。今後はモチベーションだけではやっていけないので、そろそろ実りを感じたいと思っています（笑）」（藤代さん）

藤代さんたちは、「ASTRO-H」の成功を心待ちにしつつ、SpaceWireの産業利用やその先の展開に向けた構想を温めています。

※シマフジ電機は、JAXAや大阪大学が中心になって運営するSpaceWireの日本でのコミュニティ「日本SpaceWireユーザー会」のメンバーとして活動中。https://galaxy.astro.isas.jaxa.jp/SpaceWire/

1 社長の藤代巖さん（左）と、共同創業者で取締役の程島文夫さん 2 海外での展示会の様子 3 SpaceWireのインターフェイスを備えた評価用コンピューター「SpaceCube」（左下）、SpaceWireの信号をイーサネットに変換する「SpaceWire to Gigabit Ether」（右下）、波形の検査を行う機器（奥） 4 SpaceWireを本格的に採用した初めての大型衛星として注目が集まる「ASTRO-H」

2013年1月に開催された第2回「モノづくり企業のための宇宙科学研究会」の会場

2011年10月に行われた航空宇宙産業展での相模原市ブース

地元企業と始める産業連携

相模原の中小企業と宇宙を結ぶ取り組み

「宇宙基本計画」には航空宇宙産業を日本の基幹産業に育てるという戦略が示されていますが、これを実現するための小さな取り組みが相模原から始まっています。

宇宙開発というとロケットや人工衛星などの特殊で大型で複雑なシステムを想像し、中小企業の新規参入は容易ではないという印象があります。それは間違いではありませんが、複雑だということはそれだけ多くの技術が必要だということです。また、萌芽的・基礎的な研究開発では小規模な試作の機会も豊富です。このような試作を、付き合いのある特定の企業だけではなく、高い技術水準を持つ中小企業を発掘して発注することができれば、JAXAにとっては調達経路の多様さの確保につながり、企業にとっても宇宙航空産業への参入の門戸が開かれます。

JAXAの中でも宇宙科学研究所は大学同様に研究室での小規模な試作・開発が特に盛んですから、中小企業との連携を進めやすい状況にあり、品質と価格と納期で折り合いがつけば、地元の中小企業が新規参入する余地も多分にあります。

そのためには、企業とJAXAの研究者との出会いの機会を用意して、研究開発現場でのニーズを企業側に知っていただく必要があります。そのような機会をJAXAが独自にアレンジするのも重要ですが、呼びかけるチャンネルが限られます。手っ取り早いのは既存の産業活性化の枠組みを利用することです。そこで、産業交流展の相模原市ブースの中にJAXAコーナーをご用意いただき、宇宙航空産業の町としてのイメージ作りをお手伝いするとともに、企業との出会いの場の創出に努めてきました。

「南西フォーラム」と連携し宇宙産業をPR

もう1つの取り組みが、「南西フォーラム（首都圏南西地域産業活性化フォーラム）」の活用です。これは、相模原市や町田市を中心に、八王子市、大和市、座間市、海老名市、厚木市などを含めた首都圏南西地域の産学連携・企業連携による新ビジネスの創出や技術の高度化を目指した交流会で、2004年6月から活動しています。

フォーラム自体は年3回開催され、過去にもJAXAの久保田孝教授や東大阪宇宙開発協同組合の竹内修氏らが話題提供しています。12年9月5日に開催された第23回南西フォーラムでは、「『はやぶさ』のふるさと・南西地域で、宇宙産業へのビジネス参入を考える」というテーマで、JAXAの野中聡准教授による「再使用ロケットの研究と研究現場でのニーズについて」という講演や、NEC東芝スペースシステム（株）の品質保証部の岡本公一氏による「宇宙のものづくりと信頼性品質保証」という講演がありました。

「モノづくり企業のための宇宙科学研究会」発足

これを一過性のものでなく定着させるためには、お互いの顔がよく見えるようになるまでこのような取り組みを持続的かつ系統的に行うことが大切です。そこで、問題意識を持った企業を対象とした「モノづくり企業のための宇宙科学研究会」を分科会として組織し、テーマを変えながら年数回開催しています。

第1回の分科会は12年11月29日に相模原市産業会館で行われ、JAXAの大山聖准教授が「火星飛行機の研究と研究現場でのニーズについて」というテーマで講演。約60名の参加者を迎えて活発な意見交換が行われました。第2回は2013年1月22日で、JAXAの丸祐介助教と清水成人開発員が、宇宙科学の小規模実験における電気系と機械系の連携事例を紹介しました。第3回は伸展構造をテーマに取り上げようと準備を進めているところです。

産業連携のうねりを相模原から全国へ

このような目に見える活動は新聞などにも取り上げられ、より多くの関係者の目に触れるようになりました。すでに神奈川県の商工労働局との連携も始まっています。いきなりトップダウンで全体を動かすのではなく、まずは機動力のある相模原を拠点として試験的にこのような交流を始め、軌道に乗ったところでJAXA産業連携センターにも入ってもらい、JAXA全体の活動へと広げていこうとしています。JAXA内の一部門での地域との取り組みを通じて、全国的なうねりを生み出すことを目指します。そしてこの記事そのものも、そのような取り組みの1つなのです。

阪本成一
SAKAMOTO Seiichi
宇宙科学研究所教授／宇宙科学広報・普及主幹。専門は電波天文学、星間物理学。宇宙科学を中心とした広報普及活動をはじめ、ロケット射場周辺漁民との対話や国際協力など「たいがいのこと」に挑戦中。写真は相模原市立博物館のキャラクター「さがぽん」に扮した「さかぽん」（筆者）。「連携を進めるためにはどんな役割にも化けるつもりです」

INFORMATION 1

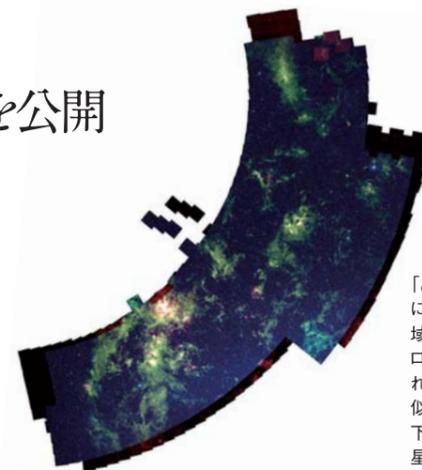
「きずな」を用いた災害医療支援活動における利用実証実験に関する協定を日本医師会と締結

社団法人日本医師会とＪＡＸＡは、大規模災害発生時の災害対策における超高速インターネット衛星「きずな」の活用方法を検討し、災害医療支援活動への適用に関する実験を共同で実施することを目的として、協定を締結しました。災害医療支援活動においては、被災地での傷病の発生動向、患者・住民の状態や避難所などの状況を把握し、関係者間で情報を共有することが必要となりますが、通常の通信環境が機能停止に陥り、インターネットが利用できなくなることも考えられます。そのため日本医師会とＪＡＸＡでは、２０１２年７月26日、札幌市や首都圏に大震災が発生したというシナリオで、「きずな」を介したＴＶ会議や、被災地のカルテや避難所の情報などを共有するデモンストレーションを行いました。今回の協定はその結果などを踏まえ、多くの被災者を支援したいとの共通認識の下に、インターネット衛星による災害時の情報共有手段の確立を目指して締結したものです。今後、両者で協力し合って実証実験を重ね、大規模災害において有効な支援活動を行えるよう努めていきます。

協定署名式で握手を交わす日本医師会の横倉義武会長（左）とJAXAの立川敬二理事長（右）

INFORMATION 2

赤外線天文衛星「あかり」による大マゼラン雲の赤外線天体カタログを公開

「あかり」は、2006年2月に打ち上げられた日本初の赤外線天文衛星です。全天をくまなく観測する「全天サーベイ」と並行して、いくつかの領域を集中的に観測する「指向観測サーベイ」も行いました。その１つ、大マゼラン雲の近・中間赤外線サーベイに基づいて作成した、大マゼラン雲の赤外線天体のカタログを全世界に向けて公開しました。今回公開した「点光源カタログ」は、大マゼラン雲のカタログとしては最大規模のもので、「スペクトルカタログ」は世界で初めてのデータです。これらは、大マゼラン雲中の天体を正確に分類し、生まれたばかりの星や、進化した星の研究を大きく推進させる重要なデータとなります。

「あかり」近・中間赤外線カメラによる大マゼラン雲サーベイ領域全体の画像。3、7、15 マイクロメートルで得られたデータをそれぞれ青、緑、赤に割り当てて疑似カラー画像を合成している。左下の明るい部分が現在活発に星形成活動を行っている領域

INFORMATION 3

宇宙線陽子の生成源を特定 フェルミ・ガンマ線宇宙望遠鏡の成果を「サイエンス」に発表

フェルミ・ガンマ線宇宙望遠鏡（※）を用いた観測により、宇宙線陽子が超新星残骸で生成することの決定的な証拠が見つかりました。この発見は、米国科学誌「サイエンス」2月15日発行号に掲載されました。宇宙から地球にやってくる宇宙線（一次宇宙線）の大部分（90％）は陽子で、9％がヘリウムをはじめとする原子核（以下、陽子と原子核の成分を合わせて陽子成分と呼ぶ）、そして1％が電子です。一次宇宙線の大部分は、銀河系内の超新星の爆発に由来するのではないかと考えられてきましたが、最近の観測によって、宇宙線の電子成分の源が超新星残骸であるということが突き止められました。地球に降り注ぐ宇宙線の大部分を占める陽子成分についても、超新星残骸で生成されているという示唆はありましたが、決定的な証拠は得られていませんでした。フェルミ・ガンマ線宇宙望遠鏡のチームは、ふたご座の方向にあるＩＣ443と、わし座の方向にあるＷ44という2つの超新星残骸について、2008年の観測開始から2012年までの約4年間の観測データを解析。いずれの超新星残骸についても、低エネルギー側でエネルギーフラックスが急激に小さくなっており、中性パイ中間子が崩壊することによる放射であると結論付けることができ、1912年の発見から百余年、ついに宇宙線陽子の源が特定されました。

※フェルミ・ガンマ線宇宙望遠鏡は、日本・アメリカ・フランス・イタリア・スウェーデンの国際協力によって開発。日本の研究機関では広島大学、ＪＡＸＡ、東京工業大学が開発に大きく貢献した

左:超新星残骸IC 443。マゼンタがフェルミ・ガンマ線宇宙望遠鏡で得られたガンマ線画像。黄色が可視光。青、水色、緑、赤は赤外線で得られている画像(NASA/DOE/Fermi LAT Collaboration, Tom Bash and John Fox/Adam Block/NOAO/AURA/NSF, JPL-Caltech/UCLA)
右:超新星残骸W44の画像。マゼンタがガンマ線画像。黄色、赤、青はそれぞれ、電波、赤外線、X線で得られている画像(NASA/DOE/Fermi LAT Collaboration, NRAO/AUI, JPL-Caltech, ROSAT)

INFORMATION 4

「SELENEシンポジウム2013」開催

1月23日から25日にかけ、相模原キャンパスで「SELENEシンポジウム2013」が開催されました。月科学や月探査技術は、JAXAの月周回衛星「かぐや」などを含む探査機の観測成果により大きく前進しています。シンポジウムでは「月の海の形成」「内部構造」「極域」などさまざまな分野での最新研究成果が発表されました。また25日には相模原市立博物館で一般の方々を対象にした「月・惑星探査講座」が開催され、日本人と月との関わりや、世界の月・惑星探査計画に関する講演などが行われました。「極限の最前線で切り開く月のサイエンス～なぜ人は行かなければならないか～」と題したパネルディスカッションでは、月探査の成果や今後のミッションについて活発な意見が交されました。

大阪大学の佐伯和人准教授による「かぐや」の成果解説。JAXA's046号に「かぐや」が明らかにした月の起源と進化についての佐伯准教授の記事が掲載されていますので併せてご覧ください

INFORMATION 5

“日本の宇宙開発と宇宙産業” 「第89回JAXAタウンミーティング」in 彩の国ビジネスアリーナ開催

1月31日、第89回ＪＡＸＡタウンミーティングが、埼玉県のさいたまスーパーアリーナで開催された「彩の国ビジネスアリーナ２０１３」会場内で行われました。前半は、有人宇宙環境利用ミッション本部の横山哲朗参与から「有人宇宙飛行の現状と将来」をテーマに、後半は産業連携センターの渡戸満次長から「ＪＡＸＡにおける宇宙産業連携」をテーマに話題提供が行われ、会場の参加者と活発な意見交換が行われました。

●ＪＡＸＡでは、ＪＡＸＡタウンミーティングを開催していただく共催団体を募集しています。講演やシンポジウムとは異なり、出席されている方1人1人がご意見を自由に述べることができ、それに対してＪＡＸＡからも意見を出していきます。皆さまの宇宙航空分野への関心が高まり、今後にわたってＪＡＸＡへのご意見やコメントをいただければ幸いです。

お問い合わせ先:
宇宙航空研究開発機構広報部 タウンミーティング担当
TEL:03-6266-6400

多くの出席者でにぎわうタウンミーティング会場

INFORMATION 6

星出宇宙飛行士 秋田と郡山でミッション報告

2012年の7月17日から約4カ月間長期滞在ミッションを行った星出宇宙飛行士が、帰還後初めて帰国し、2月16日と17日に秋田県秋田市、福島県郡山市でミッション報告を行いました。星出宇宙飛行士は映像を交えながら説明し、参加者は熱心に聞き入っていました。会場からの質問では、「宇宙では酔いますか？」「帰還後の体の変化は？」など、体調や体の変化に関する質問が多く挙がりました。最後に星出宇宙飛行士からの、「夢はあきらめてしまえば実現しない。私も宇宙飛行士試験を2回失敗し、3回目で宇宙飛行士になれました。皆さんも壁にぶち当たるかもしれないが、もう一歩踏み出してみてください。あきらめないで頑張って夢を実現してください」とのメッセージで締めくくられました。

秋田会場でのミッション報告の様子

郡山会場で小学生と触れ合う星出飛行士

JAXA's
宇宙航空研究開発機構機関誌 No.049
発行企画●JAXA（宇宙航空研究開発機構）
編集制作●財団法人日本宇宙フォーラム
デザイン●Better Days
印刷製本●株式会社ビー・シー・シー
2013年３月１日発行

NEWS

「だいち2号」のミッションマークを選ぼう!

2013年度に打ち上げを予定している陸域観測技術衛星2号「ALOS-2」の愛称が「だいち2号」に決定しました。

「だいち2号」は、11年5月に目標寿命の5年を超えた観測を通じ、多くの成果を挙げた「だいち」の後継機です。

「だいち2号」は、「だいち」のLバンド合成開口レーダ(PALSAR)に対して、より詳細な観測と広域の観測の両立ができるLバンド合成開口レーダ(PALSAR-2)となっています。夜でも、曇りでも、雨でも影響を受けず、詳細に観測できるため、災害監視、森林観測といった幅広い分野で利用され、私たちの暮らしに貢献していきます。

多くの方々に「だいち2号」に興味をもっていただき、応援していただくため、このたびミッションマークを選定キャンペーンを開催いたします。皆さまのたくさんのご参加をお待ちしています。

「だいち2号」ミッションマーク選定公募キャンペーンはこちらから!

http://alos2-mark-jaxa.jp/

※ミッションマークは、「だいち2号」が皆さまにより身近に感じていただけるシンボルとして、「だいち2号」に関する文書や広報活動などに使用されます。

リサイクル適性Ⓐ

空へ挑み、宇宙を拓く
宇宙航空研究開発機構
Japan Aerospace Exploration Agency

広報部 〒100-8260 東京都千代田区丸の内1-6-5
丸の内北口ビルディング3階
TEL:03-6266-6400 FAX:03-6266-6910

JAXAウェブサイト http://www.jaxa.jp/
メールサービス http://www.jaxa.jp/pr/mail/
JAXA's配送サービス http://www.jaxas.jp/